(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2003－178930
（P2003－178930A）
(43)公開日　平成15年６月27日(2003.6.27)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０１Ｇ　4/30	３１１	Ｈ０１Ｇ　4/30	３１１Ｅ　５Ｅ０８２

審査請求　未請求　請求項の数２　ＯＬ　（全７頁）

(21)出願番号　特願2001－379149(P2001－379149)

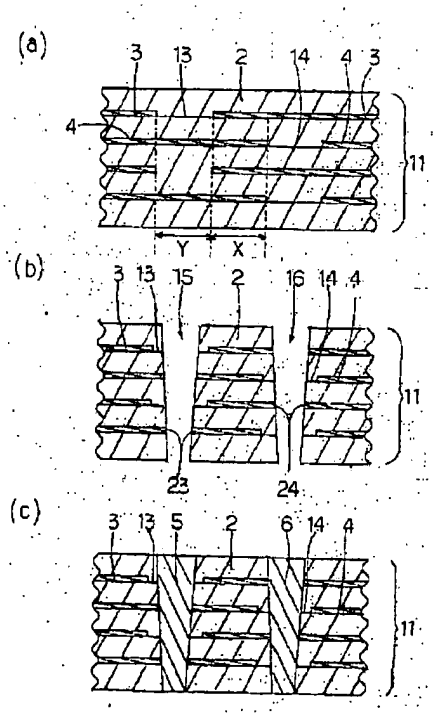
(22)出願日　平成13年12月12日(2001.12.12)

(71)出願人　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(72)発明者　佐藤　恒
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
京セラ株式会社内
(72)発明者　伊藤　隆
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内
(72)発明者　林　桂
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電子部品の製造方法

(57)【要約】
【課題】　本発明は、工程を大幅に短縮できるとともに、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好であり、且つ微小なビアホール導体が形成可能である多層セラミック電子部品のビアホール導体形成方法及びそれを用いたコンデンサを提供する。
【解決手段】　本発明の電子部品１０の製造方法は、バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシート２０を積層するとともに、セラミックグリーンシート２０間に内部電極３、４を配置した誘電体ブロック１に４００ｎｍ以下の波長のレーザ光を照射することによって積層方向に貫通するとともに、一方側の開口径と他方側の開口径が異なる貫通孔１５、１６を形成し、且つ貫通孔１５、１６に導電性ペーストを充填してなる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシートを用意する工程と、

前記セラミックグリーンシート上に配線パターンとなる導体膜を形成する工程と、

前記導体膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数積層して積層体を形成する工程と、

前記積層体上の所定位置に、波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を照射して前記照射位置に貫通孔前駆体を形成する工程と、

前記貫通孔前駆体を除去して、前記積層体の積層方向に貫通孔を形成する工程と、

前記貫通孔に導電性ペーストを充填する工程と、

前記積層体を焼成する工程とを有する電子部品の製造方法であって、

前記貫通孔の一方側の開口径と他方側の開口径を異ならせたことを特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項２】　前記導体膜の前記貫通孔に露出する露出部は、前記積層体の積層方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項１記載の電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックグリーンシートを用いた積層体上にレーザ光を用いて貫通孔を形成し、かつその貫通孔に導電性ペーストを充填してビアホール導体を形成する工程を含む電子部品の製造方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】代表的な電子部品である積層セラミックコンデンサにおいて、近年、等価直列抵抗、等価直列インダクタンスを低くするために、内部電極間をビアホール導体で接続する構造が増えてきている。

【０００３】従来の積層セラミックコンデンサの製造方法を図４に示す。

【０００４】図４（ａ）のように、誘電体層となるセラミックグリーンシート４２に、マイクロドリル又はパンチングを用いた打ち抜き法などにより、あらかじめ貫通孔４５、４６をあけておく。次に、図４（ｂ）のように、スクリーン印刷法により、セラミックグリーンシート４２上に内部電極３３、３４を印刷すると同時に、貫通孔４５、４６に導電性ペーストを充填することにより、ビアホール導体３５、３６を形成する。そして、このようにして得られたセラミックグリーンシート４２を図４（ｃ）のように貫通孔４５、４６のそれぞれが一致するように積層して積層体４１を形成する。その後、所望の位置で積層体４１を切断し、焼成処理することで積層セラミックコンデンサが得られる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、積層セラミックコンデンサは、小型高容量化の要求が高まり、薄膜多積層化となってきている。そして、上記貫通孔の形成方法によれば、誘電体層となるセラミックグリーンシート４２に１層毎にビアホール導体４５、４６を形成しているため、積層数が多くなると工程が非常に長くなり、上記要求に応えることができなかった。

2

【０００６】ここで、工程短縮のために、内部電極３３、３４を印刷したセラミックグリーンシート４２を複数積層して積層体４１を形成した後に、積層体４１の主面側からマイクロドリル、パンチング等を用いて貫通孔を形成し、この貫通孔に導電性ペーストを充填することで、積層体４１の積層方向を貫くビアホール導体３５、３６を形成する方法も考えられる。

【０００７】しかしながら、マイクロドリルを用いて積層体４１に貫通孔を開ける方法では、加工くずが内部電極３３、３４に被さってしまい、内部電極３３、３４とビアホール導体３５、３６との電気的接続が悪化するという問題があった。

【０００８】一方、パンチングを用いて積層体４１に貫通孔を開ける方法では、パンチだれが発生してしまい、内部電極３３、３４とビアホール導体の電気的接続が悪化するという問題があった。

【０００９】さらに、マイクロドリルやパンチングを用いて貫通孔を開ける方法では、ドリル径あるいはパンチ径は最小でも１５０μｍ程度であり、要求される微細加工には適していなかった。特に、貫通孔の径が小さくなると穴あけ加工中にドリルまたはパンチング用ピンが積層体４１内に入り込んで折れてしまうという問題があった。

【００１０】また、貫通孔の径が小さくなると、導電性ペーストが入りにくくなり、内部電極３３、３４とビアホール導体の電気的接続が悪化したり、ビアホール導体内の空隙率が大きくなることにより、メッキ液の浸入や、高温時に空隙が膨張してクラックが発生するという問題点があった。

【００１１】本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、工程を大幅に短縮できるとともに、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好であり、且つ微小なビアホール導体が形成可能である電子部品の製造方法を提供することにある。

【００１２】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明は、バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシートを用意する工程と、前記セラミックグリーンシート上に配線パターンとなる導体膜を形成する工程と、前記導体膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数積層して積層体を形成する工程と、前記積層体上の所定位置に、波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を照射して前記照射位置に貫通孔前駆体を形成する工程と、前記貫通孔前駆体を除去して、前記積層体の積層方向に貫通孔を形成する工程と、前記貫通孔に導電性ペーストを充填す

る工程と、前記積層体を焼成する工程とを有する電子部品の製造方法であって、前記貫通孔の一方側の開口径と他方側の開口径を異ならせたことを特徴とする電子部品の製造方法を提供する。

【００１３】また、前記導体膜の前記貫通孔に露出する露出部は、前記積層体の積層方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項１記載の電子部品の製造方法を提供する。

【作用】本発明の請求項１の構成によれば、セラミックグリーンシートに波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を直接照射すると、レーザの照射位置ではセラミックグリーンシートのセラミック粒子同士を保持するバインダ樹脂が分解し、セラミックグリーンシートの所望の形状が崩れてセラミック粒子がバラバラになる。即ち、バインダ樹脂に４００ｎｍ以下の波長のレーザ光が照射すると、高温を発生せずにバインダ樹脂を構成する有機化合物の分子間結合、即ち、Ｃ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が切断されてバインダ樹脂本来の機能を失うことによる。

【００１４】ここで、レーザ光の波長が４００ｎｍを越える場合、レーザ光による急速局所加熱により貫通孔を形成することになるため、セラミックグリーンシートに比べて融点の低い内部電極の早期蒸発が起こり、内部電極の貫通孔に露出する部分が消失し、内部電極とビアホール導体の電気的接続を不能にしてしまう。

【００１５】しかし、本発明では貫通孔用のレーザ光が高温をほとんど発生せずにバインダ樹脂の分子鎖を切断して貫通孔を形成するので、内部電極が貫通孔に露出した状態で切除されて開口させることができる。

【００１６】しかも、本発明では貫通孔の一方側の開口径と他方側の開口径を異ならせ、最初に開口径が大きい側から徐々に開口径が小さい側へ穿設していくと、穿設の際に発生する貫通孔前駆体が大きい側から除去しやすくなり、内部配線パターンとなる導体膜を貫通孔に十分露出させることが可能となる。

【００１７】また、貫通孔に開口径が大きい側から導電性ペーストを充填すると導電性ペーストが貫通孔に入りやすくなる。これにより、貫通孔内への導電性ペーストの充填性が良好になり、導体膜も貫通孔に十分露出できているので内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好になるとともに、ビアホール導体内の空隙少なくなるため、メッキ液の浸入や、高温時に空隙が膨張してクラックが発生することを防ぐことができる。

【００１８】また、本発明の請求項２の構成によれば、配線パターンとなる導体膜の貫通孔に露出する露出部は、前記積層体の積層方向に対して傾斜しているので、露出する面積を十分増加させることができ導電性ペーストとの電気的接続が良好になる。

【００１９】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して実施の形態を説明する。図面において、なお、代表的な電子部品として、積層セラミックコンデンサを例にとって説明する。

【００２０】図１は、本発明の積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図である。図２は、本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【００２１】図において、積層セラミックコンデンサ１０は、誘電体ブロック１内部に配線パターンである内部電極３、４が形成され、また、誘電体ブロック１の両端側にビアホール導体５、６が形成され、ビアホール導体５、６に接続された外部電極７、８が形成されている。

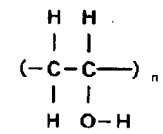
【００２２】誘電体ブロック１は、誘電体層２を複数積層して形成されている。この誘電体層２の焼成前は、セラミック粉末と焼結助剤に溶剤、可塑剤、分散材、バインダ樹脂を混合してセラミックスラリーをシート状に成型して乾燥したセラミックグリーンシート２０からなる。成型法にはドクターブレード法、引き上げ法、ダイコーター、グラビアロールコーターなどが用いられる。

【００２３】セラミックグリーンシート２０のセラミック粉末としては、チタン酸バリウム（$BaTiO_3$）等の誘電体材料に、必要に応じて無機酸化物などを混合する。焼結助剤は、焼成による収縮開始温度を低くする機能を有し、材料としてガラス成分となる液相形成物質、金属酸化物などが用いられる。溶剤としては、例えば水、トルエン、酢酸エチル、または、これらの混合物などが用いられる。可塑剤としては、例えばポリエチレングリコール、フタール酸エステルなどが用いられる。

【００２４】バインダ樹脂としては例えばポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、セルロース、水溶性アクリル樹脂、エマルジョンなどが用いられる。中でも、ポリビニルアルコールを用いると、誘電体層２を薄層化した際に充分な強度を得ることができる点で好ましい。これらは、Ｃ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が集合した構造を有している。代表的なポリビニルアルコールの構造式を以下に示す。

【００２５】

【化１】



【００２６】内部電極３、４は図２（ａ）に示すように各誘電体層２の同一平面上にそれぞれ複数形成されている。また、それぞれの内部電極３又は内部電極４はそれぞれ一定間隔を開けて形成されており、誘電体層２を挟んで、内部電極３と内部電極４が互いに対向する領域Ｘと対向していない領域Ｙとが形成されるように配置されている。そして、内部電極３は誘電体ブロック１の主面側から数えて偶数番目の誘電体層２の上面に形成されて

おり、この内部電極３がビアホール導体６に接続され、その他には非接触である。また、内部電極４は誘電体ブロック１の主面側から数えて偶数番目の誘電体層２の上面に形成されており、ビアホール導体５に接続され、その他は非接触である。

【００２７】内部電極３、４は、その焼成前は導電性ペーストを印刷形成してなる。導電性ペーストは、金属粉末が、有機溶剤にバインダ樹脂を溶解させた有機ビヒクル中に分散させてなるものであり、有機ビヒクル中には、これらの他、各種分散剤、活性剤、可塑剤などが必要に応じて添加される。

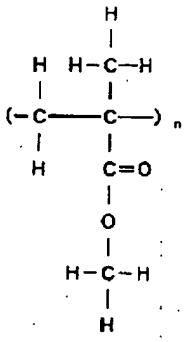
【００２８】導電性ペーストの金属粉末としては、Ｐｄ、Ｃｕ、Ｎｉ、Ａｇ、Ａｕ及びこれらの合金が用いられる。

【００２９】また、導電性ペーストに用いられる溶剤は、バインダ樹脂を溶解して金属粉末粒子を分散させ、このような混合系全体をペースト状にする役割をなし、例えば、α－テルピネオールやベンジルアルコール等のアルコール系や炭化水素系・エーテル系・ＢＣＡ（ブチルカルビトールアセテート）等のエステル系・ナフサ等が用いられ、特に、金属粉末の分散性を良くするという観点からは、α－テルピネオール等のアルコール系溶剤を用いることが好ましい。

【００３０】導電性ペーストに用いられるバインダ樹脂は、金属粉末を均質に分散させるとともに貫通孔１５、１６への埋め込みに適正な粘度とレオロジーを与える役割をもっており、例えば、アクリル樹脂やフェノール樹脂・アルキッド樹脂・ロジンエステル・エチルセルロース・メチルセルロース・ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）・ポリビニルブチラート等が用いられる。特に、金属粉末の分散性を良くするという観点からは、アクリル樹脂を用いることが好ましい。これらは、セラミックグリーンシートに用いられるバインダ樹脂と同様にＣ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が集合した構造を有している。代表的なアクリル樹脂である、ポリメタクリル酸メチルの構造式を以下に示す

【００３１】

【化２】



【００３２】有機ビヒクル中の分散剤としては、例えばロジン、グリセリン、オクタデシルアミン、トリクロロ酢酸、オレイン酸、オクタジエン、オレイン酸エチル、モノオレイン酸グリセリン、トリオレイン酸グリセリン、トリステアリン酸グリセリン、メンセーデン油などが用いられる。

【００３３】ビアホール導体５、６は本発明の貫通孔１５、１６（図２（ｂ）参照、以下同じ）内に導電性ペーストを充填して形成されている。

【００３４】貫通孔１５、１６の形成に使用されるレーザは、４００ｎｍ以下の波長のレーザが用いられ、好ましくは２００ｎｍ～３５０ｎｍの波長のレーザが用いられる。４００ｎｍ以上ではバインダ樹脂の分子鎖を切るレーザ光とはならず、レーザ光による急速局所加熱でバインダ樹脂が熱分解とセラミック構成部分の蒸発が起こり、貫通孔１５、１６に内部電極３、４を露出させることができない。特に３５０ｎｍ以下であるとバインダ樹脂の分子間同士で結合している分子鎖、例えば、Ｃ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖を切断できる種類が多くなり貫通孔１５、１６を形成しやすくなる。なお、２００ｎｍ以下の波長のレーザを現在形成することは困難である。

【００３５】レーザの種類としてはＵＶ－ＹＡＧレーザあるいはエキシマレーザなどが使用できる。特に４００ｎｍ以下の波長のレーザを用い、径が１００μｍ以下で貫通孔１５、１６を精度良く形成するためには、特にＵＶ－ＹＡＧレーザが好適である。

【００３６】なお、貫通孔１５、１６を形成するのに貫通孔前駆体を除去することが必要である。貫通孔前駆体としては、バインダ樹脂を分解した粉体やセラミック粉末、内部電極３、４の場合は金属粉末、可塑剤等が混じりあったものである。この貫通孔前駆体を除去する除去手段としては、吸引手段、洗浄手段、燃焼手段が用いられる。吸引手段を用た場合には、レーザ光の照射と同時に吸引にて貫通孔前駆体を除去すると、貫通孔前駆体で照射位置が覆われず、常に、直接、積層体１の面にレーザ光を照射させることができ、開孔効率を向上させることができる。また、洗浄手段としては、貫通孔１５、１６を形成した後に、水中に浸して超音波洗浄を行い残留した加工くずを完全に除去しても良い。更に、燃焼手段として、プラズマ処理によって加工くずを酸化燃焼させてもよい。この他に、貫通孔１５、１６内に空気流を吹き付けて、貫通孔１５、１６内のくずを除去してもよい。貫通孔１５、１６を形成後でも、除去手段を用いることにより貫通孔１５、１６内壁に付着したセラミックグリーンシートである誘電体層２の加工くずを完全に除去することができ、内部電極３、４とビアホール導体５、６を確実に接続することができる。

【００３７】この貫通孔１５、１６は、内部電極３、４が互いに対向しない領域Ｙ、具体的には奇数番目の誘電体層２の領域１３と偶数番目の誘電体層２の領域１４を

貫通している。

【００３８】また、貫通孔１５、１６の積層方向の軸５ｃに対して貫通孔１５、１６の稜線５ｖが傾斜する断面が台形になるように形成されている。この軸５ｃと稜線５ｖの成す角度θは4°～３０°の範囲にあることが望ましい。即ち、角度が4°未満の場合、導電性ペーストを貫通孔に入りやすくする効果が不十分となる。一方、角度が３０°を越える場合には領域Ｙが大きくなり小型化が達成できない。

【００３９】また、断面が台形に形成された貫通孔１５、１６の上底５ａの長さは、下底５ｂの長さの１．２～3倍に設定されることが望ましい貫通孔１５、１６に充填される導電性ペーストとしては、内部電極３、４に用いる導電性ペーストと同様であるため省略する。この貫通孔１５、１６に充填した導電背ペーストをセラミックグリーンシート２０との一体焼成によって形成できる。この様に形成したビアホール導体５が内部電極４を貫通して電気的に接続し、ビアホール導体６が内部電極３を貫通し手電気的に接続されることになる。

【００４０】このようにして形成したビアホール導体５、６のうち、ビアホール導体５は誘電体ブロック１の主面に形成した外部電極７に接続され、ビアホール導体６は誘電体ブロック１の主面に形成した外部電極８に接続される。これにより、内部電極３、４の各々が対向することで、容量成分を形成することができる。

【００４１】外部電極７、８は、金属粉末とガラスフィットが含まれる有機溶剤にバインダ樹脂を溶解させた有機ビヒクル中に分散させてなるものであり、有機ビヒクル中には、これらの他、各種分散剤、活性剤、可塑剤などが必要に応じて添加される。

【００４２】次に、本発明の電子部品の製造方法を説明する。なお、積層セラミックコンデンサ１０の製造方法の例ついて説明する。

【００４３】セラミック粉末と焼結助剤に溶剤、分散剤、バインダ樹脂などを混合したスラリーから、ドクターブレード法で、セラミックグリーンシート２０を成型する。

【００４４】成型された複数のセラミックグリーンシート２０に内部電極３、４をそれぞれ形成し、図２（ａ）に示すように、内部電極３と内部電極４のそれぞれが形成された２種類のセラミックグリーンシート２０を交互に所要枚数を積み重ね、その上下から加圧焼成して積層体１１を形成する。

【００４５】次に、図２（ｂ）に示すように、積層体１１の主面に波長が３５０ｎｍのＵＶ－ＹＡＧレーザを照射する。クリーンな穿孔をするにはレーザ光の径が目的の貫通孔の径よりも細くして渦巻加工するのが望ましい。レーザ光L_aは、図３（ａ）に示すように、まず貫通孔１５、１６となる領域Ｙの中心１５ａ（１６ａ）に照射した後、図３（ｂ）に示すように、積層体１１上に渦巻状に徐々に外側にレーザ光L_1を照射していき、貫通孔１５、１６となる部分の周辺位置まで穴１５１、１６１をあける。積層体１１が厚い場合は、一回の渦巻加工では貫通しないので、複数回の渦巻加工を繰り返す。このとき、渦巻加工する径を徐々に小さくしていくことにより、図３（ｃ）に示すように貫通孔１５、１６を略円錐台形状にする。

【００４６】この場合、レーザ照射と同時に、バインダ樹脂が分解しバラバラになった貫通孔前駆体を真空引きにて吸引を行う。真空引きは、例えば積層体１１の上側にノズルを配置し、真空ポンプなどで吸引する。

【００４７】次に、貫通孔１５、１６が形成された積層体１１を水中に浸して超音波洗浄を行うことにより、残留した加工くずを完全に除去する。更に、図２（ｃ）に示すように、形成された貫通孔１５、１６内に、スクリーン印刷法により、ビアホール導体５、６となる導電性ペーストを充填する。これによってビアホール導体５、６が形成される。

【００４８】更に、積層体１１を押し切り刃で誘電体ブロック１にカットする。積層体１１が厚い場合はダイシング方式でカットをするのが望ましい。

【００４９】次に誘電体ブロック１は、２５０℃～４００℃の炉でバインダ樹脂を除いた後、本焼成炉に入れてセラミック材料の適温で誘電体層２、内部電極３、４、ビアホール導体５、６を同時に１２５０～１３００℃で高温焼結を行う。

【００５０】その後、各ビアホール導体５、６を外部と電気的に接続するために、導電性ペーストをスクリーン印刷等で塗布し焼き付け外部電極７、８を焼結体の主面に形成する。このようにして、図１に示すような積層セラミックコンデンサ１０が得られる。

【００５１】なお、本発明は以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更・改良を加えることは何ら差し支えない。

【００５２】例えば、ビアホール導体は、誘電体ブロック内に複数個設けても良い。このことにより、寄生インダクタンスの少ない積層セラミックコンデンサを提供することができる。更に、１個の誘電体ブロック内に、複数個のコンデンサ素子を内蔵させても良く、例えば、内蔵するコンデンサ素子の内部電極の面積を変えて、容量の異なるコンデンサ素子を同一誘電体ブロック内に内蔵させても良い。また、本発明は、積層セラミックコンデンサ以外の電子部品にも適用できる。

【００５３】

【発明の効果】本発明の構成によれば、４００ｎｍ以下の波長のレーザ光によりセラミックグリーンシートのバインダ樹脂を構成する分子鎖を切断して貫通孔を形成したビアホール導体であるので、内部電極が貫通孔内に確実に露出され、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好にできる電子部品が製造できる。

【００５４】また、貫通孔の一方側の開口径と他方側の開口径を異ならせているので、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好になるとともに、メッキ液の浸入や、高温時に空隙が膨張してクラックが発生することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図である。

【図２】積層セラミックコンデンサの製造方法の一実施形態を示す断面図であり、（ａ）はセラミックグリーンシート積層後、（ｂ）は貫通孔形成後、（ｃ）はビアホール導体形成後を示す図である。

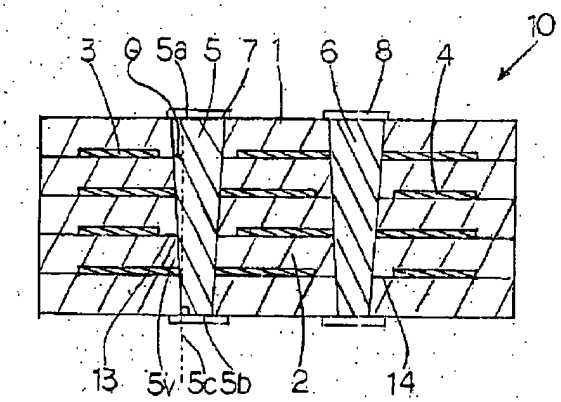
【図３】積層体に貫通孔を形成する工程を説明する図であり、（ａ）は貫通孔となる領域の中心にレーザ光を照射した後の図であり、（ｂ）はレーザ光による1回目の渦巻加工後の図であり、（ｃ）は貫通孔の形成が終了した後の図である。

【図４】従来の積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図であり、（ａ）は貫通孔形成後、（ｂ）は内部電極及びビアホール導体形成後、（ｃ）はセラミックグリーンシート積層後を示す図である。

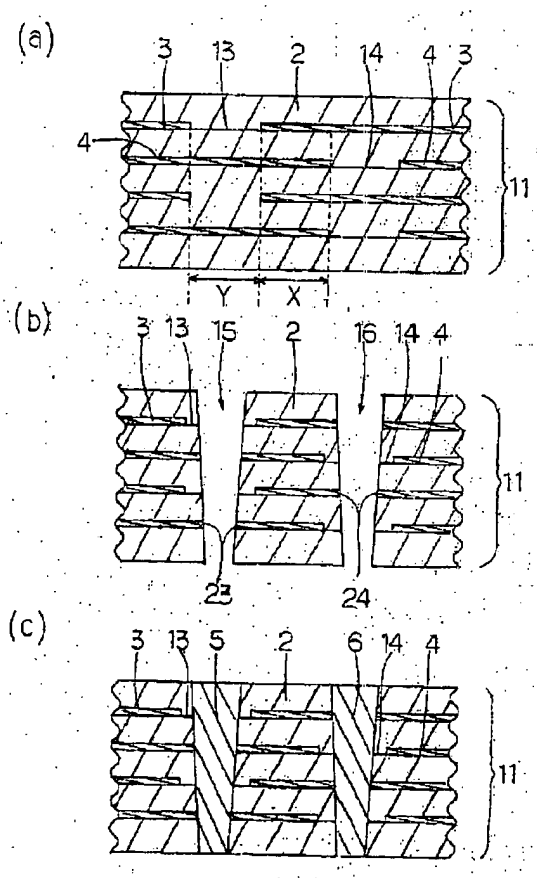
【符号の説明】

１０	積層セラミックコンデンサ
1	誘電体ブロック
2	誘電体層
３、４	内部電極（配線パターン）
５、６	ビアホール導体
７、８	外部電極
１１	積層体
１５、１６	貫通孔

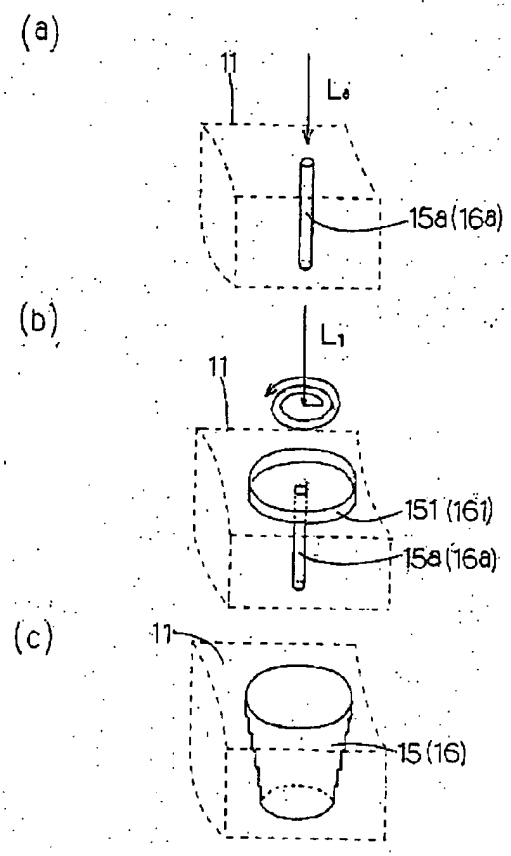
【図1】



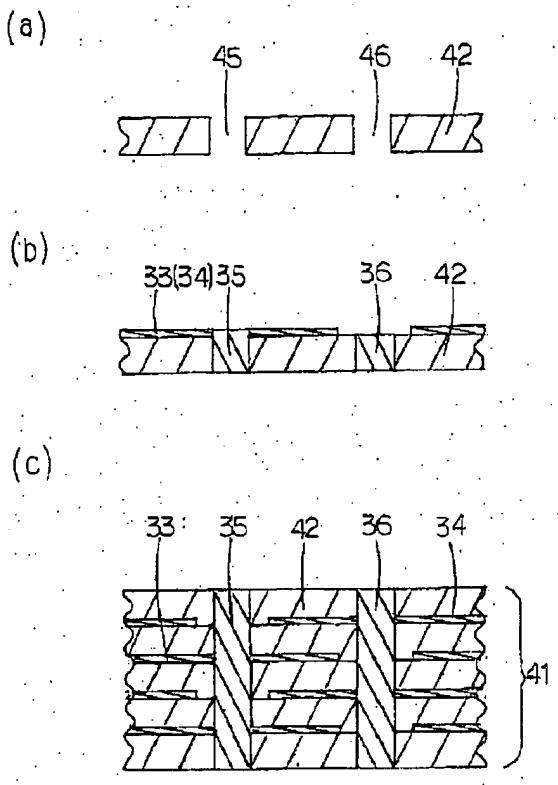
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者　長澤　忠
鹿児島県国分市山下町1番1号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内

Fターム(参考)　5E082 AA01 AB03 BC38 EE04 EE35 FG06 FG26 JJ15 JJ23 LL01 LL02 MM05 PP09